

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

INVENTOR(S): Teruo TAKIZAWA

EXAMINER: Not Yet Assigned

U.S.S.N.: Not Yet Assigned

ART UNIT: Not Yet Assigned

FILED: HERewith

FOR: METHODS FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR DEVICES

.....
CERTIFICATE OF EXPRESS MAILING (Label No.: EV 438990107 US)

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service "Express Mail Post Office to Addressee" service under 37 C.F.R. section 1.10, on March 29, 2004 and is addressed to Mail Stop PATENT APPLICATION, Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

By:


Nicole M. McKinnon

Mail Stop PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPIES

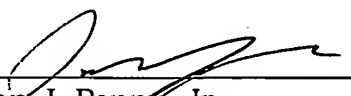
Sir:

Attached please find a certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country: JAPAN
Application Number: 2003-091521
Filing Date: 28 March 2003

Respectfully submitted,

Date: March 29, 2004
Customer No. 21874


John J. Penny, Jr.
(Reg. No. 36,984)
EDWARDS & ANGELL LLP
P.O. Box 55874
Boston, MA 02205
Tel: (617) 517-5549
Fax: (617) 439-4170

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 8 日
Date of Application:

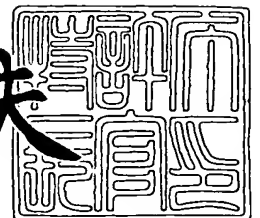
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 1 5 2 1
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 1 5 2 1]

出 願 人 セイコーエプソン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 0 0 9 0 6

【書類名】 特許願

【整理番号】 J0091506

【提出日】 平成15年 3月28日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 29/786

【発明者】

【住所又は居所】 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

【氏名】 瀧澤 照夫

【特許出願人】

【識別番号】 000002369

【氏名又は名称】 セイコーエプソン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100095728

【弁理士】

【氏名又は名称】 上柳 雅誉

【連絡先】 0 2 6 6 - 5 2 - 3 5 2 8

【選任した代理人】

【識別番号】 100107076

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤網 英吉

【選任した代理人】

【識別番号】 100107261

【弁理士】

【氏名又は名称】 須澤 修

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013044

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0109826

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体基板上に、第一の絶縁層と、当該絶縁層上に形成された単結晶半導体層と、当該単結晶半導体層上に形成された半導体ナノ結晶層と、当該半導体ナノ結晶層上に形成された第二の絶縁層を有する多層ウエハ構造体に於いて、第二の絶縁層側からレーザー照射を行い、第二の絶縁層とその他の多層ウエハ構造体を分離せしめることを特徴とする半導体装置製造方法。

【請求項 2】 前記多層ウエハ構造体は、第二の絶縁層に単結晶或いは多結晶半導体層を形成する工程と、当該単結晶或いは多結晶半導体層を陽極化成法により半導体ナノ結晶層とする工程と、当該半導体ナノ結晶層の表面を水素雰囲気中で熱処理する工程と、当該半導体ナノ結晶層上に半導体単結晶層を形成する工程と、当該半導体単結晶層の表面一部を酸化させる工程と、当該半導体単結晶層表面上の酸化膜を別の半導体基板に貼り合わせる工程と、貼り合わせた後に熱処理工程を有することを特徴とする半導体製造方法。

【請求項 3】 前記分離された多層ウエハ構造体が、シリコン・オン・インシュレータ（SOI）構造となることを特徴とする半導体装置製造方法。

【請求項 4】 前記第二の絶縁層は、サファイヤ或いは石英或いはその他の光透過性の絶縁基板であることを特徴とする半導体製造方法。

【請求項 5】 前記レーザー照射は、エキシマレーザーによるものであることを特徴とする半導体製造方法。

【請求項 6】 前記半導体ナノ結晶層上に半導体単結晶層を形成する工程は、有機金属気相成長法（MOCVD法）或いは分子線エピタキシー成長法（MBE法）或いは超高真空気相成長法（UHV-CVD法）の何れかであることを特徴とする半導体製造方法。

【請求項 7】 請求項 1 乃至請求項 6 迄に記載された半導体製造方法を用いて作製された全ての半導体装置

【発明の詳細な説明】

【0001】

**【発明の属する技術分野】**

本発明は多層構造を有する半導体ウエハ製造方法と、それを用いて作製された半導体装置に関する。特に当該多層構造がシリコン・オン・インシュレータ（SOI）構造となる半導体装置に関する。

【0002】**【従来の技術】**

現在、半導体分野にて携帯情報端末機器の低消費電力化・長時間動作が市場より要求されている。その中で、携帯情報端末機器を構成する半導体装置の低消費電力化は重要な課題のひとつである。近年になって半導体装置の低消費電力化を行う技術としてシリコン・オン・インシュレータ（SOI）技術が開発されつつある。これは、導電性のあるシリコン基板ウエハ中に絶縁膜である酸化シリコン層を埋め込むことによって、半導体装置から基板へのリーク電流を減らしたり、MOSトランジスタの寄生容量を減らすことで、半導体装置の低消費電力化を行う技術である。

【0003】

SOIウエハを提供する方法としては、大きく分けて二つの方法がある。一つは、SIMOX（Separation by Implanted Oxygen）と呼ばれる酸素打ち込み法によるもの、もう一つは貼り合わせ法と呼ばれる二枚のウエハを分子間力により貼り合わせる方法である。どちらの方法も、最近の研究の結果、品質上デバイス特性に影響を与えないレベルにまで向上して来ているが、依然として解決されなければならない課題もある。特に量産性を考慮した場合、酸素打ち込み法では酸素イオンを大量に、かつ長時間に渡って注入しなければならず、ウエハ一枚あたりの処理時間が長くなってしまうという欠点がある。一方、貼り合わせ法については、埋め込み絶縁膜を熱酸化により形成するのでウエハの処理時間としては酸素打ち込み法より短くすることが出来、優位である。しかし、貼り合わせた後に以下のような複雑な工程が必要となる。一つは水素イオン注入による分離工程及びエッチング・研磨工程が必要となる方法。或いは機械的強度を落とした多孔質層を貼り合わせウエハ中に設けて、水圧を掛けて分離する工程が必要となる方法である。

【0004】

以下に水圧を掛けて分離する方法について、図4を用いて説明する。シリコン基板（支持基板）11側に多孔質シリコン層10、単結晶シリコン層3、シリコン酸化膜（埋め込み絶縁膜）2が設けられ、シリコン基板1と貼り合わされている。その多層ウエハ構造体の側面から、多孔質シリコン層10に目掛け高圧の純水を放射すると、機械的強度が弱い多孔質シリコン層10は破壊され、シリコン・オン・インシュレータ構造8とシリコン基板（支持基板）11に分離される。この方法では、機械的に弱い多孔質シリコン層10を支持基板11と単結晶シリコン層3に制御性良く形成する方法と、薄い多孔質シリコン層10に水圧を集中させる技術が必要となり、高度な機械装置が多数必要となる。また、水圧による分離の際には、ウエハ全面に渡って均一に応力を掛けなければならないため、ウエハをゆっくり回転させながら水圧を掛ける必要があり、一枚あたりのウエハ処理時間が長くなる。以上のように高い制御性、高度な機械、長い処理時間等は全てウエハの価格に反映されるため、SOIウエハのコストを引き上げる要因になっていた。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

本発明では、これらを鑑み、高い制御技術や長い処理時間を必要としない、低コストで高品質なSOIウエハを提供するものである。さらには、本発明を用いた安価なSOIウエハにより、消費電力を低減した半導体装置、引いては携帯情報機器を提供するものである。

【0006】**【課題を解決するための手段】**

本発明の第一は、半導体基板上に、第一の絶縁層と、当該絶縁層上に形成された単結晶半導体層と、当該単結晶半導体層上に形成された半導体ナノ結晶層と、当該半導体ナノ結晶層上に形成された第二の絶縁層を有する多層ウエハ構造体に於いて、第二の絶縁層側からレーザー照射を行い、第二の絶縁層とその他の多層ウエハ構造体を分離せしめることを特徴とする。

【0007】



本発明の第二は、前記多層ウエハ構造体が、第二の絶縁層に単結晶或いは多結晶半導体層を形成する工程と、当該単結晶或いは多結晶半導体層を陽極化成法により半導体ナノ結晶層とする工程と、当該半導体ナノ結晶層の表面を水素雰囲気中で熱処理する工程と、当該半導体ナノ結晶層上に半導体単結晶層を形成する工程と、当該半導体単結晶層の表面一部を酸化させる工程と、当該半導体単結晶層表面上の酸化膜を別の半導体基板に貼り合わせる工程と、貼り合わせた後に熱処理工程により作製されることを特徴とする。

【0008】

本発明の第三は、前記分離された多層ウエハ構造体が、シリコン・オン・インシュレータ（SOI）構造となることを特徴とする。

【0009】

本発明の第四は、前記第二の絶縁層が、サファイヤ或いは石英或いはその他の光透過性の絶縁基板であることを特徴とする。

【0010】

本発明の第五は、前記レーザー照射が、エキシマレーザーによるものであることを特徴とする。

【0011】

本発明の第六は、前記半導体ナノ結晶層上に半導体単結晶層を形成する工程が、有機金属気相成長法（MO-CVD法）或いは分子線エピタキシー成長法（MBE法）或いは超高真空気相成長法（UHV-CVD法）の何れかであることを特徴とする。

【0012】

本発明の第七は、前記発明の第一から第六迄の半導体製造方法を用いて作製された全ての半導体装置である。

【0013】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の概要を、図1を用いて説明する。サファイヤ基板5にシリコン・ナノ結晶層4、単結晶シリコン層3、及びシリコン酸化膜（埋め込み絶縁膜）2が設けられ、シリコン基板1と貼り合わせられている。このサファイヤ基板側



から紫外領域のレーザー光を照射すると、レーザー光はサファイヤ基板を透過し、シリコン・ナノ結晶層 4 に吸収される。一般にシリコン・ナノ結晶は、シリコン単結晶に比べ紫外領域の吸収係数が大きいので（図 3）、レーザー光は単結晶シリコン層に到達する前にシリコン・ナノ結晶層 4 で吸収される。この為、シリコン・ナノ結晶層は瞬時に熔融し、ウエハが解離する要因となる。シリコン・ナノ結晶層が、吸収係数の逆数に対し少なくとも二倍以上の膜厚があれば、単結晶シリコン層に影響を与えることはない。これにより、短時間で高品質な S O I ウエハの提供が可能となる。

【0014】

以下に図を用いて、本発明の実施例を説明する。図 2（a）から（f）は本発明の製造工程を示している。まず、サファイヤ基板 5 上に多結晶シリコン或いは単結晶シリコンを形成し、陽極化成法によりシリコン・ナノ結晶層 4 とする（a）。次に、シリコン・ナノ結晶層 4 の表面を水素雰囲気中にて約 1000℃の熱処理を施すことにより、単結晶化する。その単結晶層を結晶種として、UHV-CVD 法によるエピタキシャル成長にて単結晶シリコン層 3 を形成した（b）。本実施例では、ジシランガス（ Si_2H_6 ）を用いて（流量；20～30 sccm）、800℃、8～10 分処理で、約 2000 Å 程度の単結晶シリコン層 3 が得られた。ここで述べたシリコンのエピタキシャル成長は、UHV-CVD 法の変わりに、MOCVD 法或いは MBE 法であっても良い。その後に、得られた単結晶シリコン層 3 の半分を 1000℃の熱酸化によりシリコン酸化膜 2 とする（c）。そして、そのシリコン酸化膜 2 側をシリコン基板 1 に貼り付ける（d）。シリコン酸化膜 2 とシリコン基板 1 表面は、分子間力により結合されるが、その結合を更に強固にする為に 1000℃以上の熱処理を行う。結合が強固となったウエハ構造体のサファイヤ基板側から、紫外領域のレーザー光を照射する（e）。本実施例では波長 308 nm の XeCl エキシマレーザーを用いた。このときのレーザー照射は、400～500 mJ の強度の光を 5 回連続でウエハ全面に渡って行った。使用するレーザーは、前述したようにシリコン・ナノ結晶層の吸収係数と膜厚の関係が満たされていれば、ArF、KrF 等の他の波長を持ったレーザーであっても良い。以上の工程を用いて、サファイヤ基板 5 と S O I ウエハ



を分離せしめ、高品質な S O I ウエハを得た (f)。

【0015】

上記のような製造方法を用いれば、従来技術のような機械的強度の弱い分離層を形成する技術や、ウエハ側面からその機械的強度の弱い分離層に水圧を集中させるような高度制御技術が不要となる。また、分離の手段がレーザー光に依るものなので、ウエハ処理時間が短時間で済む。これにより、安価な S O I ウエハの提供が可能となる。

【0016】

【発明の効果】

本発明の半導体製造方法を用いることにより、高度な制御性を持つ機械装置が不要で、短時間に処理できる高品質な S O I ウエハを提供することが出来る。従って、S O I を用いた安価な半導体装置を提供することが出来、携帯情報機器の低消費電力化を強力に推し進めることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の概念図。

【図2】 本発明の第一実施例。

【図3】 半導体ナノ結晶の吸収係数を示す概略図。

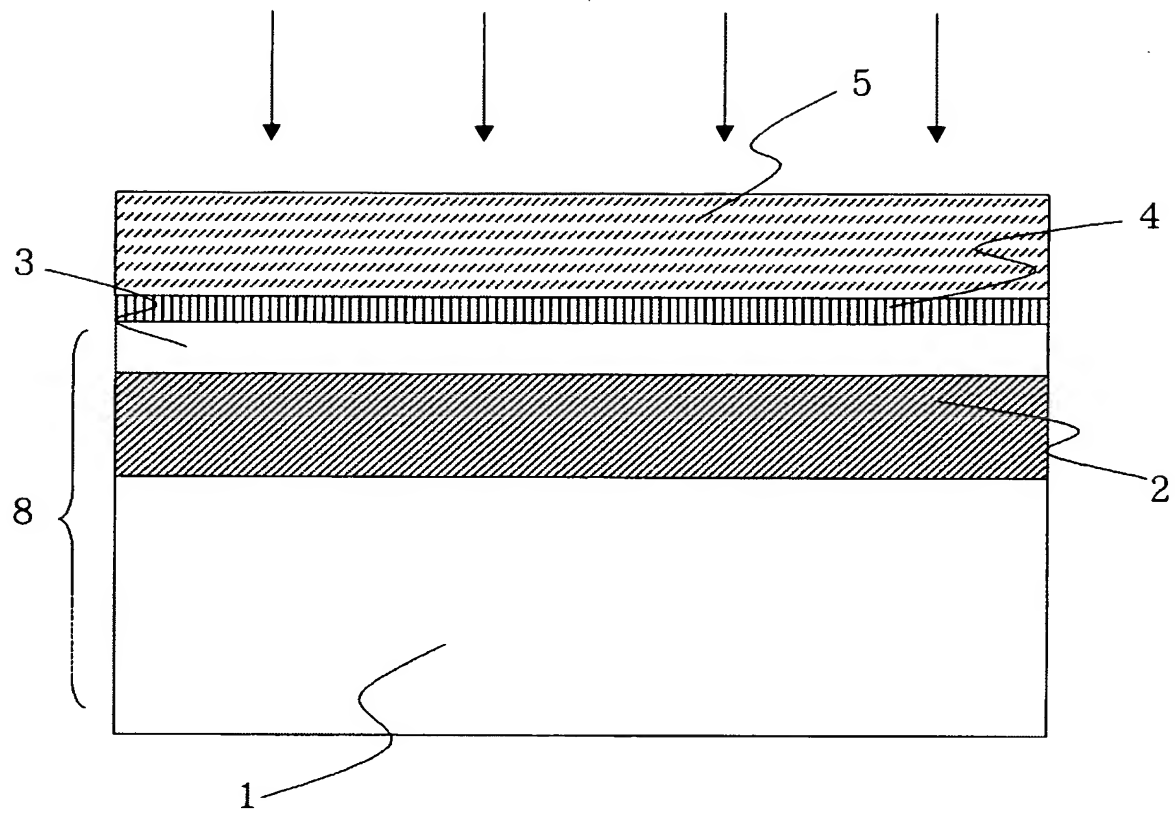
【図4】 従来技術を示す概念図。

【符号の説明】

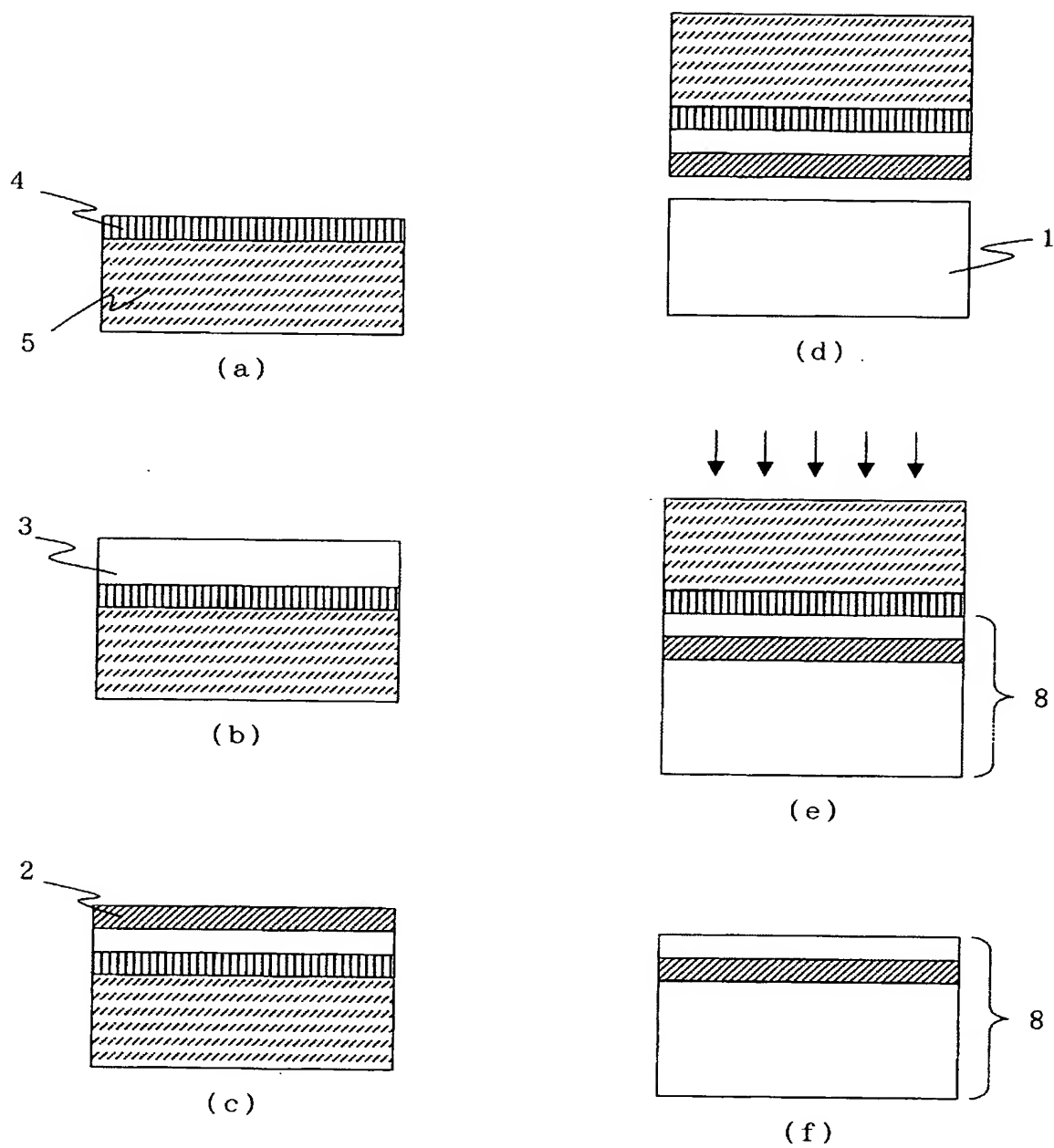
- 1 シリコン基板
- 2 シリコン酸化膜 (埋め込み絶縁膜)
- 3 単結晶シリコン層
- 4 シリコン・ナノ結晶層
- 5 サファイヤ基板
- 6 シリコン・ナノ結晶の吸収係数
- 7 単結晶シリコンの吸収係数
- 8 シリコン・オン・インシュレータ構造
- 10 多孔質シリコン層
- 11 シリコン基板 (支持基板)

【書類名】 図面

【図 1】

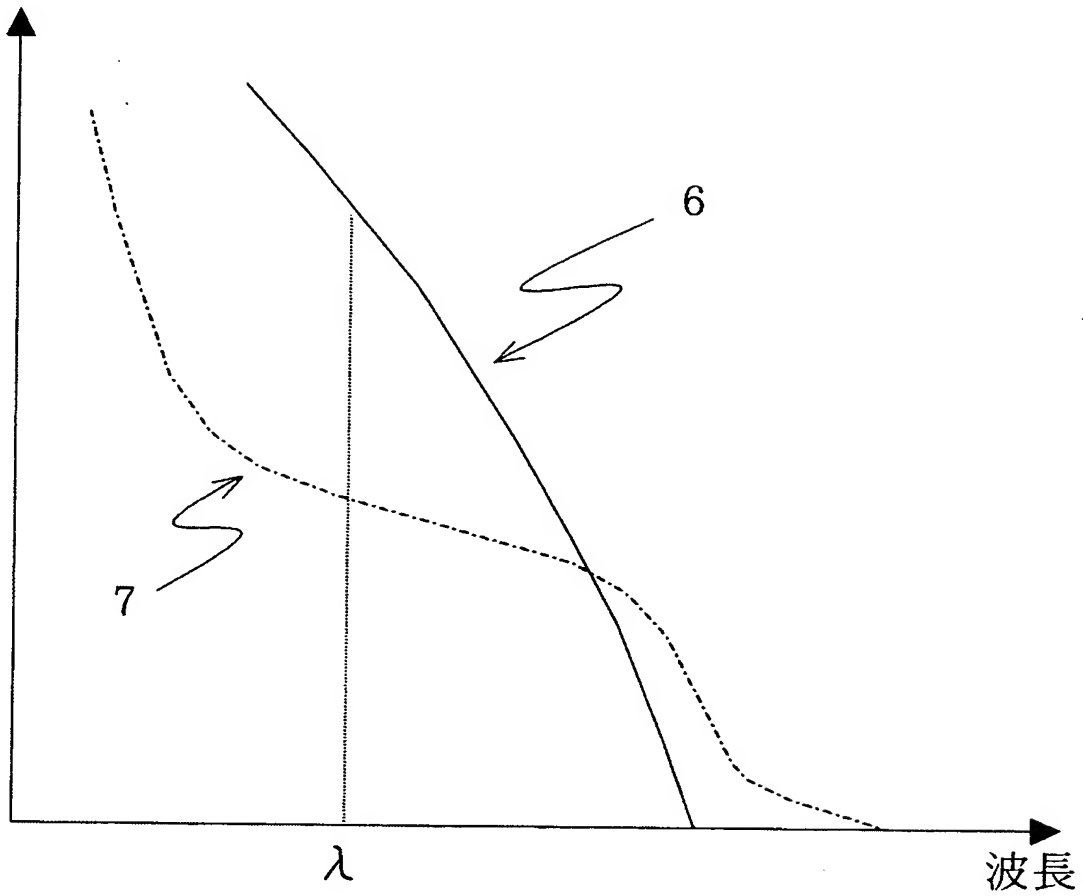


【図 2】

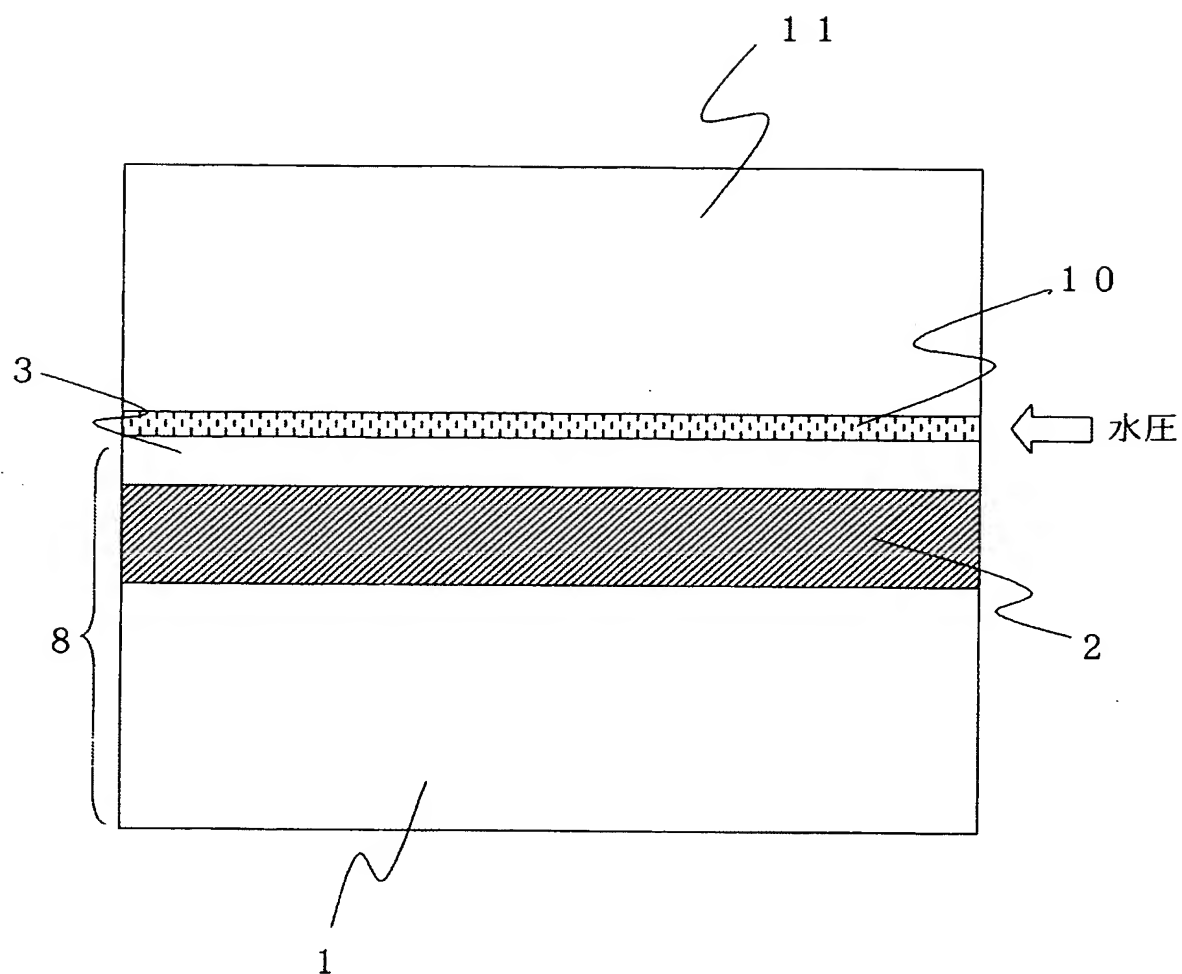


【図 3】

吸収係数



【図 4】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 高い制御技術や長い処理時間を必要としない、低コストで高品質なシリコン・オン・インシュレータ（SOI）ウエハを提供する。安価なSOIウエハにより、消費電力を低減した半導体装置を提供する。

【解決手段】 本発明の第一は、半導体基板上に、第一の絶縁層と、当該絶縁層上に形成された単結晶半導体層と、当該単結晶半導体層上に形成された半導体ナノ結晶層と、当該半導体ナノ結晶層上に形成された第二の絶縁層を有する多層ウエハ構造体に於いて、第二の絶縁層側からレーザー照射を行い、第二の絶縁層とその他の多層ウエハ構造体を分離せしめることを特徴とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 9 1 5 2 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 3 6 9]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 0 日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都新宿区西新宿 2 丁目 4 番 1 号
氏 名	セイコーエプソン株式会社